

BILAG 1 - NOTAT

Projekt navn **Uhrevej solcelleanlæg**
Projekt nr. **1100049419**
Kunde **European Energy A/S**
Notat nr. **Støj 1**
Version **1.0**
Til **European Energy**
Fra **Søren Emil Rokkedal Wegner**
Kopi til

Udarbejdet af **SEWP**
Kontrolleret af **RSIK**
Godkendt af **SEWP**

1 Indledning

Dato 28-03-2022

Påvirkning af støj og vibrationer fra anlæg af solcelleprojekter kommer hovedsageligt fra transport af materialer og nedbringning af stativer for solcellerne. I drift vil påvirkningen af støj og vibrationer hovedsageligt komme fra elektrisk udstyr såsom inverterer, trackere og fordelingstransformere. Disse placeres typisk i større antal fordelt ud over hele området for solcelleprojektet, hertil placeres ofte en central transformer for området.

Der er tidligere gennemført detaljerede beregninger af flere solcelleprojekter for at undersøge, om de giver anledning til støj og vibrationer ved omkringliggende boliger eller andre følsomme naboer. Undersøgelserne har vist, at påvirkningen af støj og vibrationer ved anlæg af solcelleanlæg er begrænset og påvirkningen er typisk under gældende grænser for støj og vibrationer. Det vil typisk være naboer beliggende helt tæt på projektet, som vil blive påvirket. For driftsfasen vil der meget sjældent forekomme overskridelser af gældende grænser for støj og vibrationer.

Dette notat har til formål at beskrive mere generelt, hvornår der kan opstå en påvirkning med støj og vibrationer, som overstiger gældende grænseværdier og derved beskrive hvilke forbehold, der skal tages for at overholde gældende grænseværdier. Dette gøres blandt andet ved at sikre en tilpas afstand fra solcelleanlæg i drift til boliger.

Rambøll
Englandsgade 25
DK-5100 Odense C

T +45 5161 1000
<https://dk.ramboll.com>

2 Støj

Støjens styrke angives i decibel (forkortet: dB). 0 dB svarer til den svageste lyd et menneske kan høre. 120 dB er så kraftig støj, at det kan gøre ondt i ørene¹. Ofte skrives "dB(A)", hvor "(A)" betyder, at angivelsen af støjniveauet er tilpasset den måde et menneske oplever støjen. Støj fra tekniske anlæg og anlægsarbejder er altid dB(A), også selvom der kun står dB.

Skalaen for støj er logaritmisk. Det betyder, at man ikke uden videre kan lægge støjniveauer sammen. Hvis man fx lægger støjen fra to lige kraftige støjkilder sammen, bliver støjniveauet altid 3 dB højere. En ændring på 3 dB svarer altså til en fordobling eller halvering af støjen (f.eks. ved en fordobling eller halvering af antallet af ens støjkilder), men lyder kun som en lille ændring af det opfattede støjniveau. En ændring på 10 dB opfattes som en halvering eller fordobling, men svarer til 10 gange så mange støjkilder eller en reduktion til en tiendedel².

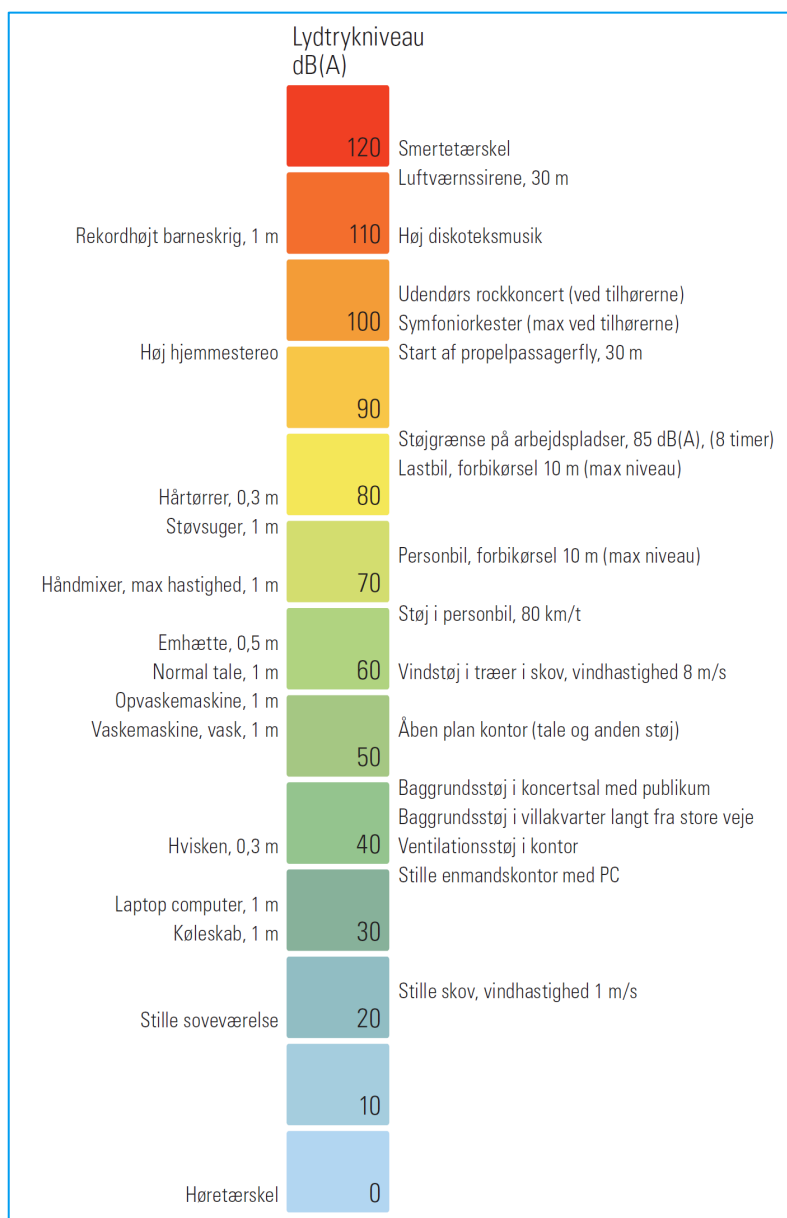
Som en tommelfingerregel kan man regne med, at ændring i støjniveau opleves på følgende måde:

- 1 dB opleves som en meget lille ændring
- 3 dB opleves som en hørbar, men lille ændring
- 6 dB opleves som en væsentlig og tydelig ændring
- 10 dB opleves som en stor ændring og opfattes som en fordobling eller halvering af støjen.

Der kan være stor forskel på, hvordan støjen fra de forskellige støjkilder opleves af mennesker, også selvom støjniveauet i decibel er det samme. Der er også forskel på, hvordan forskellige mennesker oplever støj fra fx tekniske installationer, anlægsarbejde eller trafik, og i hvilken grad de føler sig generet af støjen. Figuren herunder viser lydtrykniveau fra forskellige støjkilder.

¹ Støj fra vejtrafik rapport 370, side 15, https://www.vejdirektoratet.dk/api/drupal/sites/default/files/publications/stj_fra_vejtrafik.pdf

² Støj fra vejtrafik rapport 370, side 16, https://www.vejdirektoratet.dk/api/drupal/sites/default/files/publications/stj_fra_vejtrafik.pdf



Figur 2-1 - Støjbarometer (kilde: Delta).

Hvis støjen indeholder tydeligt hørbare impulser (slag, smæld, pludselige brag o. lign.) er støjen mere generende end en jævn støj. Det samme gælder, hvis støjen indeholder tydeligt hørbare toner, fx en hyletone fra en ventilator.

3 Støj ved anlæg

Ved anlæg af et solcelleprojekt kan der forekomme generende støj, både fra arbejde på arealet, hvor solcellerne skal stå, samt fra lastbiler, der kører materiale til og fra området.

3.1 Lastbilkørsel

Ved vurdering af støj fra veje benyttes støjindikatoren L_{den} , som er en vægtet døgnmiddelværdi. Vægtningen består i, at støjniveauer i aftenperioden korrigeres med +5 dB og støjniveauer i natperioden korrigeres med +10 dB før beregning af en middelværdi for hele døgnet. Formålet er at tage højde for, at støjen er mere generende i aften- og natperioden. I forbindelse med støj fra veje er dagperioden kl. 07-19, aftenperioden kl. 19-22 og natperioden kl. 22-07.

Den vejledende støjgrænse for vejtrafikstøj ved boliger er $L_{den} = 58$ dB. Grænseværdien gælder normalt ved facader af nye boliger og på udendørs opholdsarealer omkring disse.

Grænseværdien gælder principielt kun ved etablering af nye boliger, men der er praksis for også at benytte grænseværdien ved vurdering af gener ved eksisterende boliger.

Ved anlæg af solcelleanlæg kan der forekomme op til 30 lastbiler til og fra arbejdsarealet om dagen.

Typisk vil trafikken fra lastbiler ikke betyde væsentlige ændringer til den gennemsnitlige støj i området. En lille landevej kan fx have 200 køretøjer i døgnet. Hvis der kører 30 ekstra lastbiler på denne vej i dagperioden, vil det betyde en stigning i støjniveau på omkring 2-3 dB. Dette opfattes som en netop hørbar ændring, jf. afsnit 0. Derfor betyder lastbilkørslen ikke meget for den gennemsnitlige trafikstøj fra vejen.

Hvis der i den eksisterende situation kører flere køretøjer på vejen, vil de ekstra lastbiler have en mindre effekt på støjniveauet.

3.2 Anlægsstøj

3.2.1 Grænseværdier

Støj og vibrationer fra bygge- og anlægsarbejder er omfattet af bekendtgørelse nr. 844 af 23/06/2017 om miljøregulering af visse aktiviteter³. Der er i bekendtgørelsen ikke fastsat grænseværdier, men myndigheder kan i forbindelse med anmeldelsen af arbejdet stille vilkår om f.eks. driftstider, grænseværdier, afværgetiltag mv., hvis anlægsarbejdet vurderes at kunne påvirke naboer med støj eller vibrationer.

Inden anlægsarbejdet påbegyndes, skal det anmeldes til kommunen. Kommunen kan have en forskrift for midlertidige bygge- og anlægsaktiviteter, som angiver rammer, herunder grænseværdier, for støj fra anlægsaktiviteter. Til vurdering af støj fra anlægsaktiviteter benyttes typisk vurderingskriterier for anlægsstøjen som angivet i Tabel 3-1. Vurderingskriterierne vist her, er de samme som benyttes af en lang række af landets kommuner.

Tabel 3-1 Vurderingskriterier for anlægsstøj.

Tidsrum	Vurderingskriterie for anlægsstøj
---------	-----------------------------------

³ Bekendtgørelse om miljøregulering af visse aktiviteter, BEK nr. 844 af 23/06/2017

Mandag – fredag kl. 07.00 – 18.00 Lørdag kl. 07:00 – 14:00	$L_r = 70 \text{ dB(A)}$
Øvrige tidsrum samt søn- og helligdage	$L_r = 40 \text{ dB(A)}$

3.2.2 Støjudbredelse

Når solcelleprojektet anlægges, vil der være støj fra entreprenørmaskiner til omfordeling af jord med videre. Som udgangspunkt vil anlægsaktiviteter kun foregå inden for normal arbejdstid (kl. 07-18 på hverdage). Den mest betydende kilde til støj vil være nedbringning af stativer i jorden, som solcellerne skal monteres på. Ofte benyttes en maskine til ramning, den har et lydeffektniveau på:

Rammemaskine: $L_{WA} = 117 \text{ dB}$

Der tages udgangspunkt i én rammemaskine i drift, selvom flere rammemaskiner kan være i drift samtidig. Dette skyldes, at det ikke forventes, at rammemaskinerne er i drift det samme sted samtidig, på det ofte store anlægsområde. Det vil derfor være den tætteste rammemaskine, som vil være den bestemmende kilde for støjbelastningen.

Én rammemaskine kan nedramme ca. 700-800 stativer om dagen.

Ramningen af stativer for solcellerne foregår typisk effektivt 40 % af tiden i perioden kl. 07 – 18. Ved vurdering af påvirkningen benyttes en gennemsnitsværdi af støjen over de mest støjende 8 timer, som betyder, at det egentlige lydeffektniveau af rammemaskinen kan beregnes som:

Rammemaskine 40 % af tiden: $L_{WA} = 113 \text{ dB}$

Støj, som indeholder impulser eller toner, skal tillægges +5 dB i genetillæg, da støj med sådan karakteristisk vil opleves mere generende. Ramning af stativer vil opleves som impulser fra slagene på stativer. Det endelige lydeffektniveau, som kan benyttes i beregningerne, er:

$L_{WA} = 118 \text{ dB}$

Med en støjkilde, med en kildestyrke på 118 dB, kan afstanden til, hvor langt man skal væk, før støjen er faldet til hhv. 70, 60, 50 og 40 dB, beregnes følgende afstande:

- 70 dB grænsen/kriteriet opnås ved 65 meter
- 60 dB opnås ved 185 meter
- 50 dB opnås ved 475 meter
- 40 dB opnås ved 1.070 meter

Dette betyder, at hvis støjfølsomme naboer ligger 65 meter eller længere væk fra rammeaktiviteten vil støjbelastningen være mindre end 70 dB.

I nogle tilfælde kan det være nødvendigt at arbejde i perioder hvor støjgrænsen er 40 dB (se Tabel 3-1. Her skal der en afstand på 1.070 meter til, for at støjgrænsen overholdes. I perioder med en støjgrænse på 40 dB kan det ikke anbefales, at der er mere end 1 rammemaskine i gang på pladsen ad gangen.

Såfremt der ønskes flere rammemaskiner på pladsen i perioden med en støjgrænse på 40 dB, bør der udføres supplerende detaljerede beregninger omkring hvor der skal rammes.

Beregningen er fortaget overslagsmæssig med en række forenklinger:

- Der tages ikke hensyn til afskærmning og refleksioner fra bygninger eller andre konstruktioner – beregningerne er dermed worst-case.
- Det er forudsat, at terrænet er fladt og akustisk blødt overalt. Terrænet er valgt akustisk blødt, da solcellerne placeres udenfor byarealer
- Det er forudsat, at støjkilden er placeret 3 meter over terræn og modtageren 1,5 meter over terræn.

Ramning af fundamenter vil foregå alle steder, hvor der opstilles solceller. Hvis der er mindre end 65 meter til nærmeste boliger, skal der enten ændres på, hvor lang tid inden for 8 timer der rammes, eller findes en anden, mindre støjende metode at få stativerne i jorden, som eksempelvis nedvibrering, presning, skruefundamenter eller anden mindre støjende metode. Alternativt kan der søges om dispensation ved kommunen til, i mindre tidsrum, at overstige grænseværdien/kriterieværdien. Der er tale om store anlægsområder, hvor der kun i mindre perioder rammes direkte ud for boliger.

3.3 Vibrationer

Til vurdering af den genevirkning, de omkringliggende naboer kan have som følge af vibrationer fra anlægsaktiviteter eller aktiviteter i driftsfasen, anvendes Miljøstyrelsens grænseværdier beskrevet i Miljøstyrelsens Orientering nr. 9/1997 "Lavfrekvent støj, infralyd og vibrationer i eksternt miljø". Grænseværdier er generelle og anvendes som vurderingskriterier for både anlægsperioden og driftsfasen. Der er ikke fastsat grænseværdier for boliger i det åbne land.

Tabel 3-2 Miljøstyrelsens grænseværdier for vibrationer.

Anvendelse	Vejledende grænseværdi for mærkbare vibrationer
Boliger i boligområder (hele døgnet) Boliger i blandet bolig/erhvervsområde kl. 18-07 Børneinstitutioner og lignende (hele døgnet)	$L_{aw} = 75 \text{ dB(KB)}^*$
Boliger i blandet bolig/erhvervsområde kl. 07-18 Kontorer, undervisningslokaler og lignende	$L_{aw} = 80 \text{ dB(KB)}^*$
Erhvervsbebyggelse	$L_{aw} = 85 \text{ dB(KB)}^*$

* Vægtet accelerationsniveau, L_{aw} angivet i dB(KB).

Grænsen for netop mærkbare vibrationer er sædvanligvis $L_{aw} = 71-72 \text{ dB(KB)}$.

Bygningsskadelige vibrationer er ikke reguleret ved lov. I praksis benyttes ofte den tyske norm DIN 4150-3⁴ til vurdering af bygningsskadelige vibrationer.

Normens grænseværdier for bygningsskadelige vibrationer ses nedenfor.

⁴ DIK 4150-3: 19999-02 – Ershütterungen im Bauwesen, Teil 3: Einwirkung auf bauliche Anlage

Tabel 3-3 Grænseværdier for bygningskadelige vibrationer.

Anvendelse	Grænseværdi for bygningskadelige vibrationer, v_{peak}		
	< 10 Hz	20 -> 40 Hz	50 -> 100 Hz
Industribygninger og infrastrukturanlæg	20 mm/s	20->40 mm/s	40->50 mm/s
Normale bygningskonstruktioner som almindeligt kontorbyggeri, lejlighedskomplekser, parcelhusbyggeri mv.	5 mm/s	5->15 mm/s	15->20 mm/s
Følsomme bygningskonstruktioner, herunder bevaringsværdige bygninger.	3 mm/s	3->8 mm/s	8->10 mm/s

Nedramning af stativer for solcellepaneler kan i kort afstand til bygninger give anledning til mærkbare vibrationer og i værste fald skader på bygninger. Det er vanskeligt at beregne udbredelsen af denne type vibrationer, men baseret på erfaringer fra andre lignende danske anlægsprojekter kan følgende forventes.

- Mærkbare vibrationer fra nedramning af stativer kan forekomme i bygninger inden for en afstand af ca. 50-75 meter.
- Risiko for bygningskader ved nedvibrering af stativer, hvis afstand mellem anlægsaktivitet og bygning er mindre end 15 meter. For særligt følsomme bygninger kan der være behov for større afstand (25 meter).

3.4 Afværgetiltag

Almindeligvis vil støjgrænserne være overholdt grundet det store areal som der arbejdes på. I særlige tilfælde af kortere varighed, kan støjgrænsen overskrides ved boliger, hvorfor afværgetiltag kan komme på tale. Støj- og vibrationsgener fra nedramning af stativer til solcellepaneler kan reduceres ved (hvis jordbundsforholdene tillader det) at presse, skrue eller nedvibrere fundamenter for stativerne i stedet for af nedramme dem. Ved brug af disse metoder benyttes mindre energi til at nedbringe stativerne og hermed reduceres påvirkningen af støj og vibrationer ved naboerne.

God information om anlægsarbejdet (hvorfor, hvornår, hvordan og hvor lang tid) til de berørte naboer, kan være med til at give bedre mulighed for at indstille sig på støjen og vibrationerne, og give forståelse og accept af evt. gener fra arbejdet.

3.5 Overvågning

Forud for anlægsfasen kan der foretages en fotoregistrering af de naboejendomme, som er beliggende tættest på de veje, som vil få en øget trafik med tunge køretøjer i anlægsfasen. Det vil hermed være muligt at dokumentere, om eventuelle revner eller lignende er kommet før eller efter anlægsarbejdet.

3.6 Konklusion

Støjen fra anlægsarbejde kan give betydelig støj, især i forbindelse med ramning af stativer samt i mindre grad fra øget trafik på vejene.

Øget trafik på vejene vil, med 200 køretøjer i døgnet, i forvejen betyde en stigning i støjniveauet på omkring 2-3 dB i det gennemsnitlige støjniveau, som svarer til en hørbar, men lille ændring. Dette med 30 lastbiler som kører på vejen i dagtimerne.

Ramning af stativer i effektivt 40 % af tiden vil betyde, at kriterieværdien på 70 dB overskrides indtil 65 m fra ramningen, 60 dB ved 185 m og 50 dB ved 475 m.

Det er forudsat, at der alene er én rammemaskine i drift i nærområdet, flere rammemaskiner kan være i drift på anlægsområdet, men skal være fordelt ud på hele arbejdsarealet. Når der arbejdes tættere end 65 m på en støjfølsom bygning skal enten arbejdstiden reduceres, benyttes mindre støjende metoder som vibrering, skrunding eller presning eller ansøges om dispensation ved kommunen for i kortere tidsrum at overskride kriterieværdien.

Mærkbare vibrationer i bygninger under ramning kan forekomme 50 - 75 m fra rammemaskinen. Dette er en afstand, hvor der kan forventes at være boliger indenfor. Mærkbare vibrationer kan derfor forventes, når rammemaskinen rammer stativer lige ud for de nærmeste naboer.

Der er risiko for bygningsskader inden for 15 m fra rammemaskinen. Hvis der er særligt følsomme bygninger, skal denne afstand forøges til 25 m.

4 Støj i drift

Dette afsnit omhandler støj fra solcellernes drift.

4.1 Grænseværdi

Til vurdering af støj fra driftsfasen benyttes grænseværdierne angivet i Miljøstyrelsens vejledning nr. 5/1984 "Ekstern støj fra virksomheder". De nærmest naboer er typisk boliger beliggende i det åbne land. Grænseværdierne kan ses af nedenstående tabel.

Tabel 4-1 Grænseværdier for støj fra virksomheder.

Områdetype	Mandag – fredag kl. 07 – 18 Lørdag kl. 07 – 14	Mandag – fredag kl. 18 – 22 Lørdag kl. 14 – 22 Søn- og helligdage kl. 07 – 22	Alle dage kl. 22 - 07
5 . Boligområder for åben og lav boligbebyggelse	45 dB(A)	40 dB(A)	35 dB(A)
8 . Boliger i det åbne land	55 dB(A)	45 dB(A)	40 dB(A)

De anførte støjgrænser er som udgangspunkt ækvivalente støjniveauer midlet over fastlagte referencetidsrum og evt. korrigeret med tillæg for støjens karakter (toner eller impulser). Referencetidsrum kan ses nedenfor.

Tabel 4-2 Referencetidsrum.

Dage	Tidsrum	Midlingsperiode
Mandag - fredag	Kl. 07.00 – 18.00	Sammenhængende 8 timer med mest støj
Lørdag	Kl. 07.00 – 14.00	Hele perioden (7 timer)
Lørdag	Kl. 14.00 – 18.00	Hele perioden (4 timer)
Søndag	Kl. 07.00 – 18.00	Sammenhængende 8 timer med mest støj
Alle dage	Kl. 18.00 – 22.00	Mest støjende 1 time
Alle dage	Kl. 22.00 – 07.00	Mest støjende ½ time

Grænser for lavfrekvent støj

Til vurdering af lavfrekvent støj og infralyd benyttes grænseværdierne angivet i Miljøstyrelsens orientering nr. 9/1997 "Lavfrekvent støj, infralyd og vibrationer i eksternt miljø"⁵. Grænseværdierne kan ses i nedenstående tabel.

Tabel 4-3 Grænseværdier for lavfrekvent støj og infralyd.

Anvendelse	Lavfrekvent støj 10-160 Hz, dB(A)	Infralyd dB(G)
Beboelsesrum herunder rum i børneinstitutioner og lign. Kl. 18-07	20	85
Beboelsesrum herunder rum i børneinstitutioner og lign. Kl. 07-18	25	85

⁵ Miljøstyrelsens orientering nr. 9/1997 "Lavfrekvent støj, infralyd og vibrationer i eksternt miljø"

Kontorer, undervisningslokaler og andre lignende støjfølsomme rum	30	85
Øvrige rum i virksomheder	35	90

4.2 Metode

Påvirkninger fra støj i forbindelse med drift af solcelleanlæg er beregnet og vurderet på grundlag af kendskab til støjkloderne og deres kildestyrker. Støjpåvirkningen er beregnet når anlægget er i fuld drift.

Støjudbredelsen er beregnet efter modellen beskrevet i Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 5/1993 "Beregning af ekstern støj fra virksomheder". I praksis er beregningerne udført vha. programmet SoundPLAN version 8.2, som indeholder den omtalte beregningsmodel. Det er forudsat, at terrænet er fladt og akustisk blødt.

Støjbelastningen til omgivelserne er beregnet i højden 1,5 meter over terræn. I støjberegningerne er der ikke taget højde for eventuelt skærmende effekt fra solcellepanelerne.

Støjkloder, undtaget transformerstationen, er antaget at være ligeligt fordelt i hele projektområdet.

4.3 Støjkloder

4.3.1 Fordelingstransformere

Fordelingstransformerne, der kan resultere i støj, er mest aktive, når solen står højest på himlen. Fordelingstransformerne er placeret i små kabinetter og bliver kølet ved brug af mekaniske blæsere indsat i væggen. Disse blæsere har vist sig at dominere støjen fra selve fordelingstransformerne. Fordelingstransformere går i dvale om natten, hvor støjfølsomheden vurderes at være størst.

4.3.2 Invertere

Invertere, som omformer den elektriske energi fra jævn- til vekselstrøm, er baseret på faststofelektronik, der ikke indeholder aktive eller bevægelige dele, og kan som sådan heller ikke give anledning til støj i selve omformningsprocessen. For at undgå, at elektronikken bliver for varm, er der installeret en blæser i et mindre aflukket rum af inverteren. Der er altså ikke tale om en blæser, som trækker udeluft ind i og gennem inverteren, men en lille blæser, der alene skaber cirkulation i et indkapslet, støvtæt kabinet, som sikrer, at varmeenergi flyttes fra elektronik til passive køleribber. Invertere går i dvale om natten, hvor støjfølsomheden vurderes at være størst.

4.3.3 Effekttransformer

Fordelingstransformerne er med kabler elektrisk forbundet til en eller flere effekttransformer, også kaldet stepup-transformer, som sikrer, at spændingen transformeres fra 10/20 kV til 50, 60, 132 eller 150 kV, hvilket er den spænding, der benyttes i det kabel, der forbinder solcelleanlægget med det offentlige eldistributionsnet. Effekttransformererne vil blive placeret inden for et udlagt område til transformerstation. Det maksimale lydeffektniveau fra effekttransformeren skal fastsættes ved mærkeeffekt. Støj ved mærkeeffekten er støjen når effekttransformeren er i drift ved den effekt som den er dimensioneret til (maksimal ydelse). Effekttransformeren er i tomgang, når solen er gået ned og der ikke produceres strøm.

4.3.4 Koblingsstationer

Indenfor transformerstationsområdet findes koblingsstationer. Koblingsstationerne anvendes til at koble anlægget til og fra det offentlige net, typisk i forbindelse med service af solcelleanlægget. Ind- og

udkobling sker ved normal drift kun 1 til 2 gange om året. Der er derfor tale om specielle tilfælde og ikke egentlig drift af solcelleanlægget.

Det er praksis ikke at medtage specialtilfælde for støj fra virksomheder under drift. Der etableres typisk 1 koblingsenhed pr. 5 MW. Lydeffektniveauet, ved ind- og udkobling, er på L_{WA} 80 dB.

4.3.5 Trackersystem

Solcelleanlægget kan bestå af solceller på faste stativer og/eller solceller på drejelige stativer, de såkaldte trackersystemer. Trackersystemet består af en række mindre motorenheder, som er koblet på stativerne, der holder selve solcellepanelerne. Trackersystemet vil dreje solcellepanelerne således, at de følger solen over himlen og hermed sørger for, at solcellepanelet peger mod solen for at opnå maksimal effekt. Støj fra trackersystemet kommer fra motorenhederne, som kun vil være i drift i dagtimerne.

4.4 Forudsætninger

Tidligere beregninger af støjen fra solcelleanlægget i drift har vist følgende tendens i forhold til tæthed:

Inverterer:	ca. 6 pr. 1 MW, svarende til 1 pr. 2.000 m ²
Fordelingstransformerer:	ca. 1 pr. 3 MW, svarende til ca. 1 pr. 32.000 m ²
Effekttransformer:	1 pr. 100 MW
Trackerenheder:	12 styk pr. inverter, svarende til 72 pr. MW.

Det er en forudsætning, at der ikke er flere invertere eller fordelingstransformerer på solcelleanlægget end ovenstående tætheder, da støjen ellers kan være højere end forudsat i dette notat.

Støj fra koblingsstationer medtages ikke i beregninger, da der er tale om specialtilfælde.

Endvidere skal samme udstyr, eller udstyr med samme lydeffektniveau, benyttes for at give den samme støj ud i området.

Inverter:	Lydeffektniveau L_{WA} = 73 dB pr. styk
Fordelingstransformer:	Lydeffektniveau L_{WA} = 89 dB pr. styk
Effekttransformer:	Lydeffektniveau L_{WA} = 83 dB
Trackerenheder:	Lydeffektniveau L_{WA} = 60 dB

Alle kilder forudsættes at være tændt i hele referenceperioden, med undtagelse af trackerenhederne. Trackerenhederne drejer solcellerne til den optimale vinkling i forhold til solen. Indstillingen sker hvert andet minut og tager i gennemsnit 10 sekunder. Dette er en aktivitet på omkring 10 % hvor trackerenhederne støjer. Dette er medtaget i støjberegningerne.

Højder af støjklenderne har også indflydelse på udbredelsesforholdene. Følgende højder er benyttet:

Inverter:	1 m over terræn
Fordelingstransformer:	2 m over terræn
Transformerstation:	5 m over terræn
Trackerenheder:	1 m over terræn

Grænseværdien forudsættes at være 45 dB for støjniveauet fra solcelleanlægget. Dette svarer til støjgrænsen i aftenperioden og støjgrænsen i dagtimer på søndage gældende for boliger i åbent land. Hvis der eksisterer andre støjfølsomme områder skal der foretages uddybende støjberegninger.

4.5 Scenarier

Støjen fra solceller er betragtet teoretisk ud fra de samme tætheder som angivet i afsnit 4.4. Beregningerne er udført i støjsimuleringssoftware SoundPLAN 8.2, som er et standardprogram til at beregne støj.

Resultaterne fremgår som afstande, der skal overholdes, fra solcellearealets grænse og til støjfølsomme bygninger og områder. En støjfølsom bygning kan være beboelse, kontorer, sommerhuse med videre. Støjfølsomme områder kan være opholdsarealer som haver eller parker.

For boliger i åbent land gælder typisk, at haver i en afstand på op til 20 m fra boligen kan anses som opholdsareal. Store haver, som ligger op til solcelleanlægget, men langt fra boligen, kan derfor blive belastet med støj over grænseværdien.

Der er foretaget fire beregninger af den samlede støjbelastning fra solcelleanlægget. Beregningerne viser 4 scenarier, som repræsenterer typiske scenarier for støj fra solcelleanlægget i drift.

Scenarierne er:

Scenarie 1 – Langt til transformerstation (>100 meter)

Forudsætninger i beregninger:

- Invertere placeres minimum 15 m fra projektområdets grænse.
- Trackerenheder placeres minimum 15 meter fra projektområdets grænse.
- Fordelingstransformere placeres minimum 50 m fra projektområdets grænse.
- Transformerstation er ikke inkluderet, og det forudsættes, at denne er placeret i en afstand større end 100 m fra projektområdets grænse og derfor ikke har betydning for beregningerne.

Scenarie 2 – 1 transformatorstation

Forudsætninger i beregninger:

- Invertere placeres minimum 15 m fra projektområdets grænse
- Trackerenheder placeres minimum 15 meter fra projektområdets grænse
- Fordelingstransformere placeres minimum 50 m fra projektområdets grænse
- Transformerstation placeres i projektområdets grænse

Scenarie 3 – 2 transformerstationer.

Forudsætninger i beregninger:

- Invertere placeres minimum 15 m fra projektområdets grænse
- Trackerenheder placeres minimum 15 meter fra projektområdets grænse.
- Fordelingstransformere placeres minimum 50 m fra projektområdets grænse
- 2 Transformerstationer placeres i projektområdets grænse med 20 m indbyrdes afstand

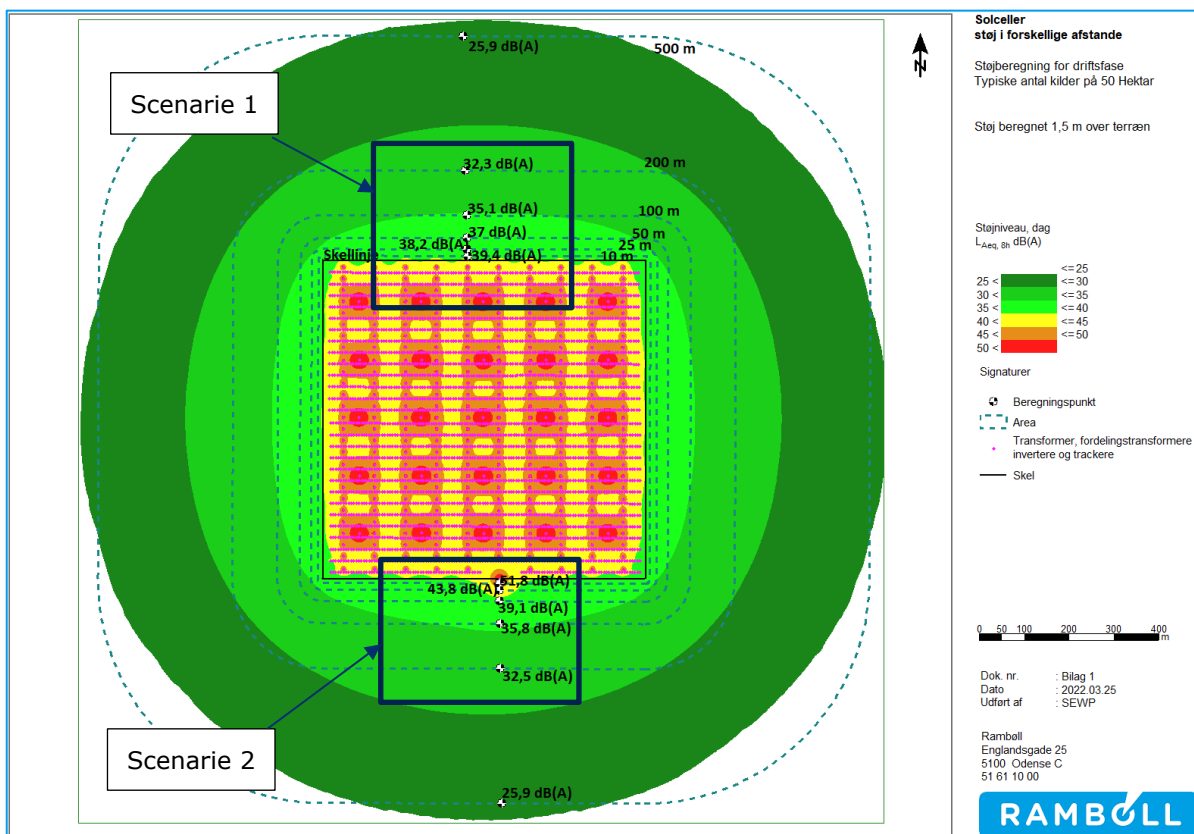
Scenarie 4 – Området omkranser støjfølsomt område, langt til transformerstation

Forudsætninger i beregninger:

- Invertere placeres minimum 15 m fra projektområdets grænse
- Trackerenheder placeres minimum 15 meter fra projektområdets grænse.
- Fordelingstransformere placeres minimum 50 m fra projektområdet grænse
- Transformerstation er ikke inkluderet, og det forudsættes, at denne er placeret i en afstand større end 100 m fra projektområdets grænse og derfor ikke har betydning for beregningerne.
- Der er støjpåvirkning fra to sider samtidig, se Figur 4-5.

4.5.1 Overblik over resultater

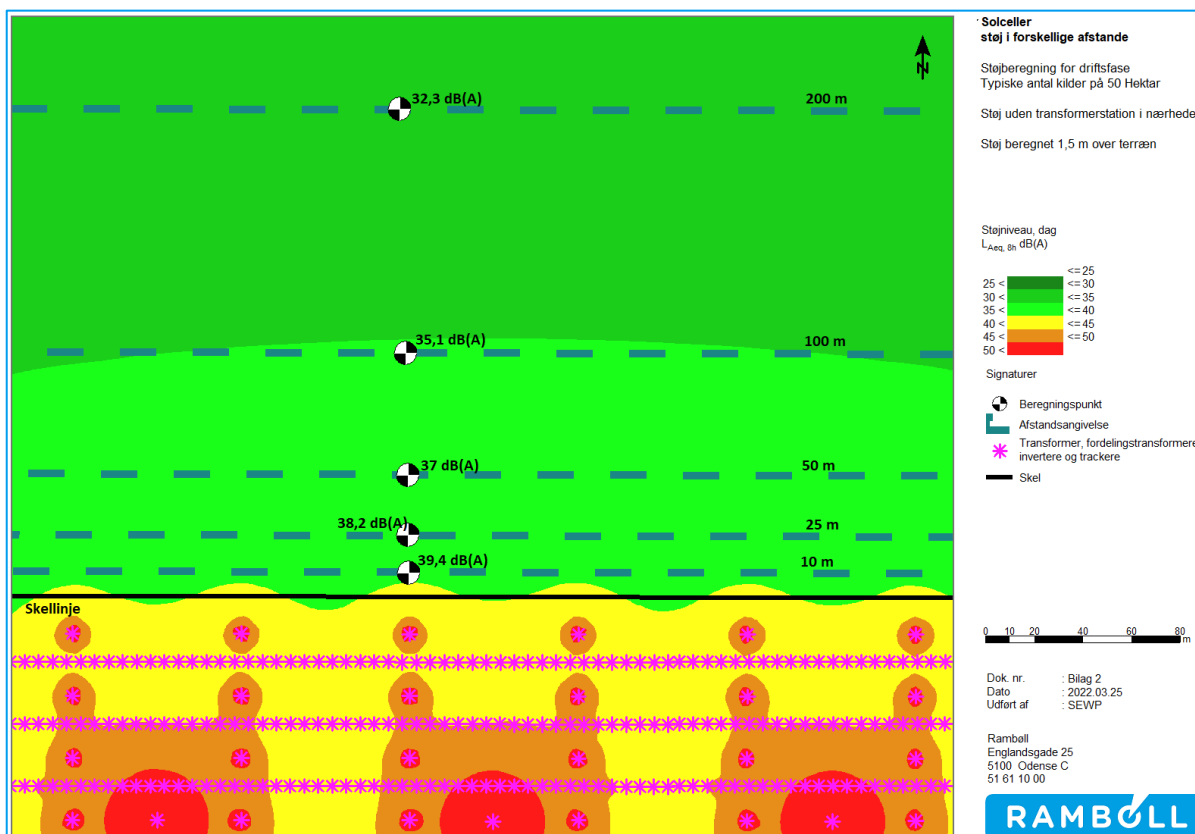
En beregningsmodel er opstillet for at beregne støjniveauet for scenarie 1 (mod nord) og scenarie 2 (mod syd). Afstanden imellem de to områder er så stor, at støjbidraget fra syd ikke vil indvirke på støjniveauet mod nord og omvendt. Afstandene er angivet ud fra projektområdets grænse.



Figur 4-1 - Overblik over det undersøgte støjområde samt scenarie 1 og 2. Afstandene angivet ud fra projektområdets grænse (skellinje).

4.5.2 Scenarie 1 – Langt til transformerstation (>100 meter)

På Figur 4-2 ses støjdbredelsen når der er langt til en transformerstation (>100 meter) og støjen herfra er uden betydning.



Figur 4-2 - Resultat af scenarie 1 – Langt til transformerstation. Afstande er angivet ud fra projektområdets grænse.

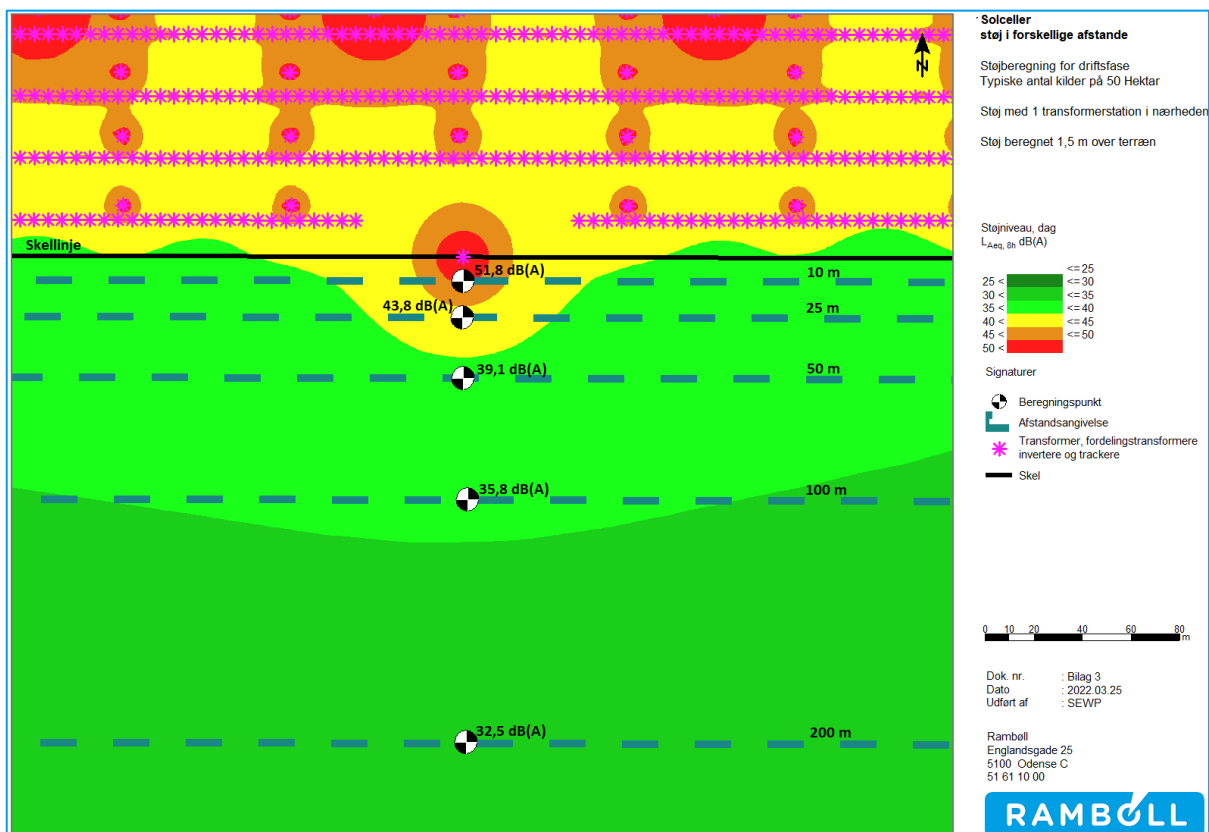
Støjberegningerne viser, at det højeste støjniveau i en afstand fra projektområdets grænse er:

- 10 m afstand: 39 dB(A)
- 25 m afstand: 38 dB(A)
- 50 m afstand: 37 dB(A)
- 100 m afstand: 35 dB(A)
- 200 m afstand: 32 dB(A)

Som det ses, er støjniveauet under grænseværdien på 45 dB. Støjgrænserne kan dermed overholdes for solcelleanlæg med en bolig liggende helt op mod projektgrænsen, når der er langt (>100 meter) til en transformerstation.

4.5.3 Scenarie 2 – 1 transformerstation i projektområdets grænse

Hvis transformerstationen placeres i projektområdets grænse, ser støjniveauet ud som på Figur 4-3:



Figur 4-3 - Resultat af scenarie 2 - 1 transformestation i projektområdets grænse. Afstandene er angivet ud fra projektområdets grænse (skellinje).

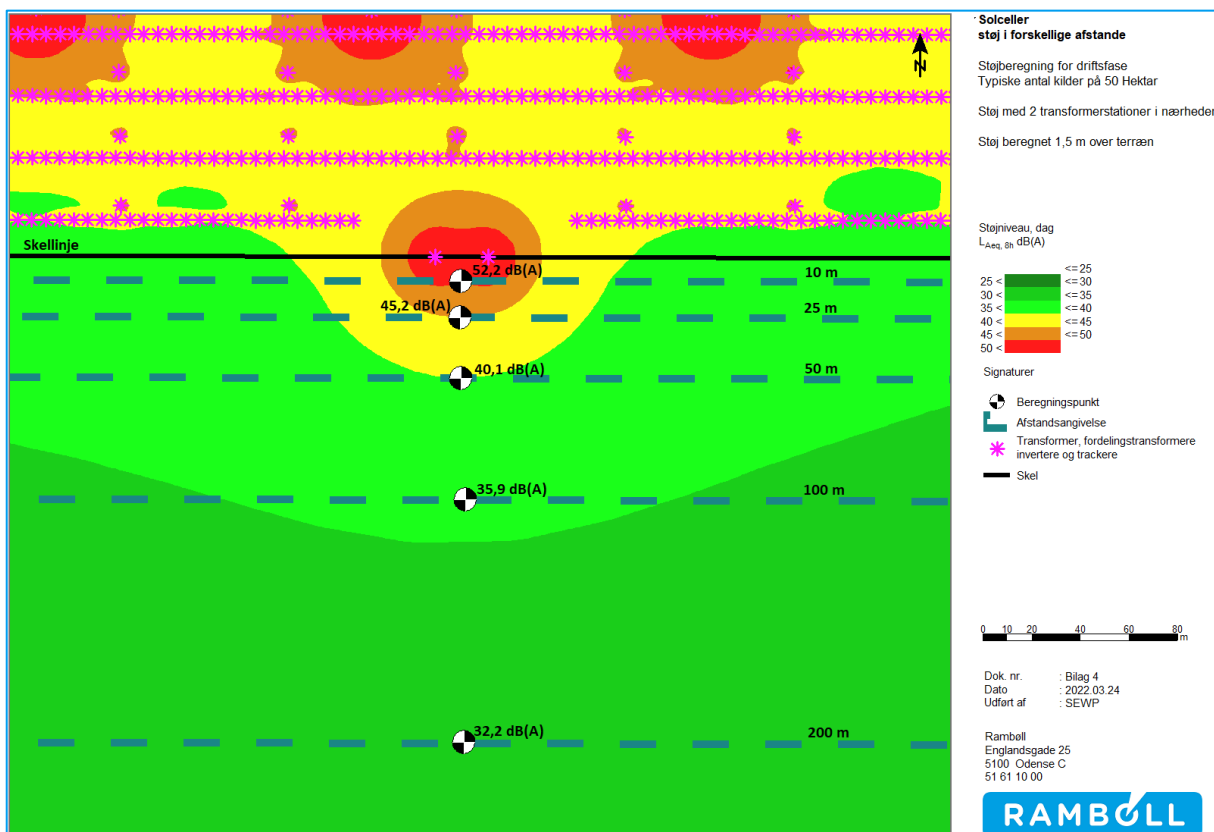
Støjberegningerne viser, at det højeste støjniveau i en afstand fra projektområdets grænse er:

- 10 m afstand: 52 dB(A)
- 25 m afstand: 44 dB(A)
- 50 m afstand: 39 dB(A)
- 100 m afstand: 36 dB(A)
- 200 m afstand: 33 dB(A)

Beregningerne viser, at grænseværdien på 45 dB netop overholdes i en afstand af 20 meter fra projektområdets grænse. Dette betyder, at der skal være en minimumsafstand på 20 meter fra projektområdets grænse til en støjfølsom nabo, når der er en transformestation lige i projektområdets grænse.

4.5.4 Scenarie 3 – Med to transformestationer i projektområdets grænse

Scenarie 3 er udført i samme område som scenarie 2, blot med to transformestationer i stedet for én. Transformestationerne står med en indbyrdes afstand på 20 meter, men stadig placeret i projektområdets grænse.



Figur 4-4 - Resultat af scenarie 3 - 2 transformestationer i projektområdets grænse. Afstandene er angivet ud fra projektområdets grænse.

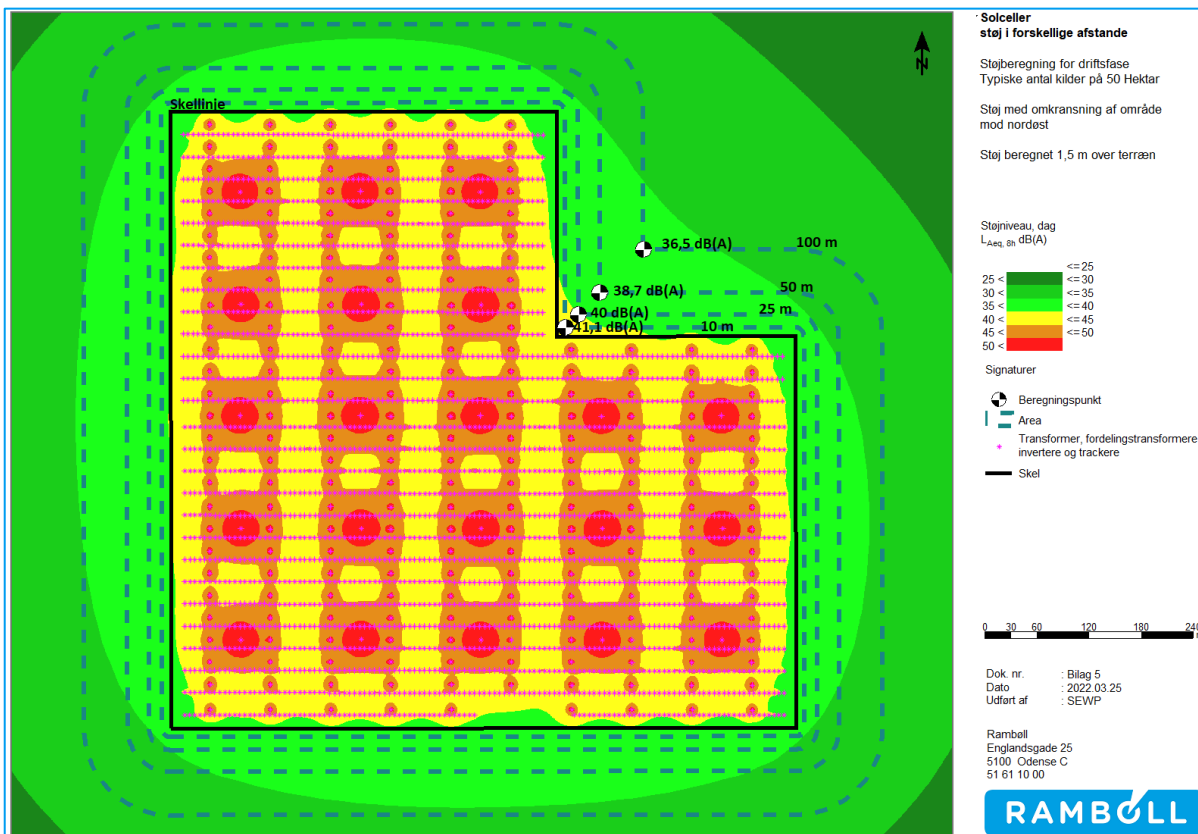
Støjberregningerne viser, at det højeste støjniveau i en afstand fra projektområdets grænse er:

- 10 m afstand: 52 dB(A)
- 25 m afstand: 45 dB(A)
- 50 m afstand: 40 dB(A)
- 100 m afstand: 36 dB(A)
- 200 m afstand: 32 dB(A)

Beregningerne viser, at grænseværdien på 45 dB lige netop overskrides i en afstand af 25 meter fra projektområdets grænse. Dette betyder, at der skal være en minimumsafstand på ca. 27 meter fra projektområdets grænse til en støjfølsom nabo, når der er to transformatorstationer lige i projektområdets grænse.

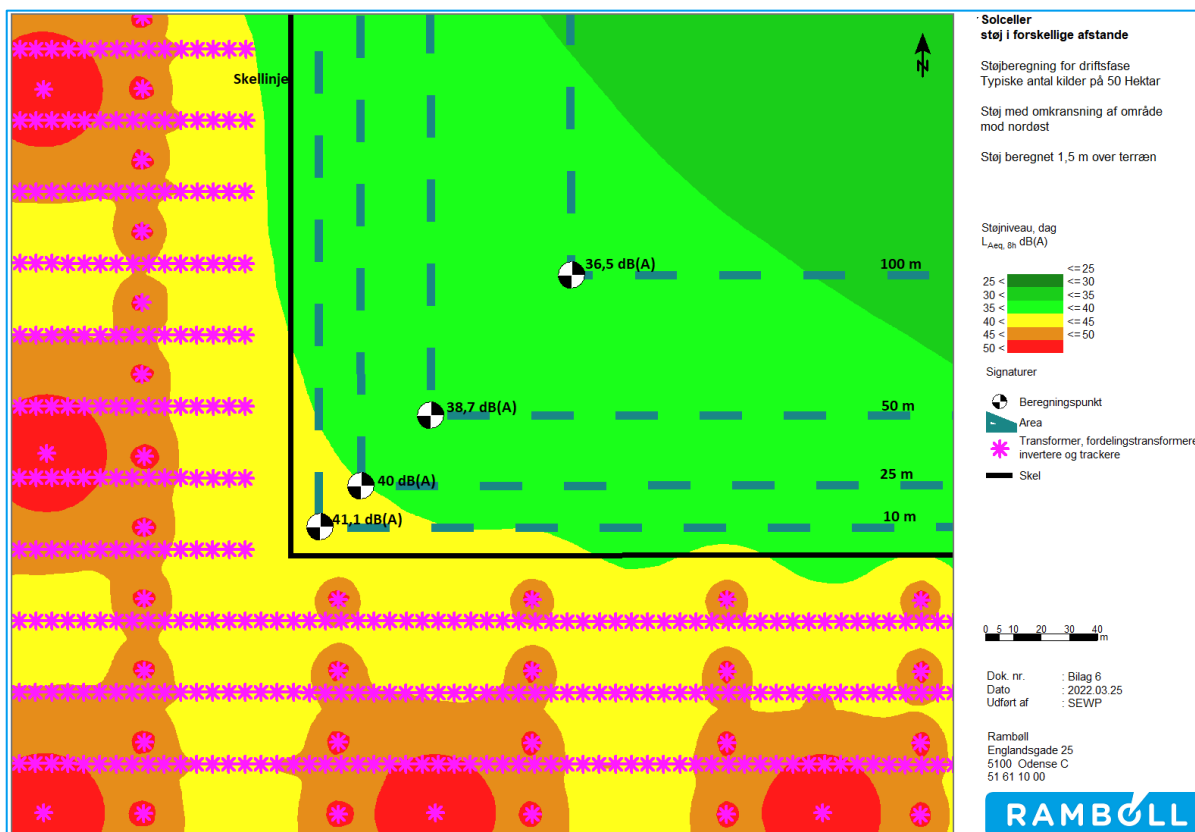
4.5.5 Scenarie 4 – Støj fra to sider og inden transformestation

Scenarie 4 er med samme beregningsopsætninger som scenarie 1, men med støj fra to sider samtidig. Resultatet af beregningerne kan ses på Figur 4-5:



Figur 4-5 - Resultat af scenarie 4 med et omkranset område med støj fra 2 sider.

Tættere på området kan konsekvensen af støjen for et omkranset område lettere ses.



Figur 4-6 - Resultat af scenarie 4 med et omkranset område med støj fra 2 sider.

Støjberegningerne viser, at det højeste støjniveau i en afstand fra projektområdets grænser:

- 10 m afstand: 41 dB(A)
- 25 m afstand: 40 dB(A)
- 50 m afstand: 39 dB(A)
- 100 m afstand: 37 dB(A)

Som det ses, er støjniveauet under grænseværdien på 45 dB. Solcelleparken kan derfor støde helt op til boliger, når der er langt (>100 meter) til en transformerstation, selvom støjen kommer fra to sider samtidig.

4.6 Lavfrekvent støj

Grænseværdier for lavfrekvent støj i boliger (se Tabel 4-3) gælder indendørs og er erfaringsmæssigt overholdt, når de almindelige støjgrænser er overholdt i det eksterne miljø, på grund af støjreduktionen i bygningens ydervægge. Samtidig med, at der er stor afstand til anlæggets nærmeste naboer og grænseværdien for almindelig støj er overholdt med god margin, vurderes det derfor samlet set ikke at være en påvirkning med lavfrekvent støj i projektets omgivelser.

4.7 Vibrationer

Det vurderes ikke, at solcelleparkens tekniske installationer kan give anledning til vibrationer, der kan medføre gener for naboer.

5 Konklusion – støj fra solcelleanlæg i drift

Støjen fra et typisk solcelleanlæg er undersøgt i fire forskellige scenarier.

Beregningerne er udført under forudsætning af, at tætheden af det tekniske udstyr ikke overskrider:

- 6 invertere pr. 1 MW
- 72 trackerenheder pr. 1 MW
- 1 fordelingstransformer pr. 3 MW
- 1 transformerstation pr. 100 MW

Det tekniske udstyrs kildestyrkeniveauer er:

- | | |
|--------------------------|---|
| • Inverter: | Lydeffektniveau L_{WA} = 73 dB pr. styk |
| • Trackerenheder: | Lydeffektniveau L_{WA} = 60 dB pr. styk |
| • Fordelingstransformer: | Lydeffektniveau L_{WA} = 89 dB pr. styk |
| • Effektransformer: | Lydeffektniveau L_{WA} = 83 dB pr. styk |

Beregningerne tager udgangspunkt i fladt terræn, som er akustisk blødt.

Det tekniske udstyr placeres i afstande fra projektområdets grænse, som ikke er mindre end:

- Invertere placeres min 15 m fra projektområdets grænse.
- Trackerenheder placeres min 15 meter fra projektområdets grænse.
- Fordelingstransformere placeres min. 50 m fra projektområdets grænse.
- Transformerstation placeres i en afstand større end 100 meter fra projektområdets grænse. Detaljerede scenarier er opstillet med op til to transformerstationer i projektområdets grænse.

Derudover er den støjmæssige konsekvens undersøgt for hhv. en og to transformerstationer placeret i projektområdets grænse samt et scenarie hvor solcelleanlægget omkranser et støjfølsomt område med støj fra to sider. Dette giver fire scenarier, som der er udført beregninger for.

Grænseværdien er bestemt ud fra støjgrænsen gældende for aftenperioden for boliger i åbent land samt gældende for dagperioden på søndage. Hvis der er andre støjfølsomme områder, kan der gælde andre støjgrænser. Hvis dette er tilfældet, skal der udføres supplerende støjberegninger.

Af nedenstående tabel fremgår afstande til støjfølsomme naboer i de fire scenarier, hvor støjgrænsen forventes overholdt.

Tabel 5-1 Samlede resultater for scenarier.

Samlede resultater for scenarier	
Scenarie	Mindsteafstand til støjfølsom anvendelse
Scenarie 1 – Langt til transformerstation (>100m)	Ingen
Scenarie 2 – 1 transformerstation i projektområdets grænse	25 m
Scenarie 3 – 2 transformerstationer i projektområdets grænse	27 m

Samlede resultater for scenarier	
Scenarie	Mindsteafstand til støjfølsom anvendelse
Scenarie 4 – Solcelleområdet omkranser støjfølsomt område fra højst to sider, langt til transformerstation	Ingen

5.1 Undtagelser

Dette notat beskriver en række generelle simplificerede scenarier og derfor vil der være flere forbehold. Kan disse forbehold ikke overholdes, vil der være behov for supplerende støjberegninger. Der kan derfor være tale om flere forhold, som gør, at der skal gennemføres projektspecifikke støjberegninger.

Følgende forhold kan være:

- Projektområdet ligger tæt på andre støjfølsomme områder, som har andre støjgrænser end de 45 dB, der er taget udgangspunkt i.
- Projektområdet omkranser et støjfølsomt område fra flere end to sider, hvilket vil betyde et højere støjniveau end angivet i de ovenstående scenarier.